

⑤

Int. Cl. 2

B 01 J 1/00

③ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

1
6
7

DT 16 01 162 B 2

⑪

Auslegeschrift 16 01 162

⑫

Aktenzeichen P 16 01 162.4-41

⑬

Anmeldetag 6. 9. 67

⑭

Offenlegungstag: 29. 10. 70

⑮

Bekanntmachungstag: 15. 12. 77

⑯

Unionspriorität:

⑰ ⑱ ㉑

㉒

Bezeichnung:

Rohrbündelreaktor zur Ausführung von endo- und exothermen Reaktionen mit Zwangsumwälzung des Wärmeübertragungsmittels

㉓

Anmelder:

BASF AG, 6700 Ludwigshafen

㉔

Erfinder:

Lorenz, Friedrich, Dipl.-Ing. Dr., 6730 Neustadt;
Wagner, Joachim, Dipl.-Ing., 6700 Ludwigshafen;
Bettermann, Dieter, Dr., 5022 Junkersdorf; Mann, Walter, Dipl.-Ing.,
6840 Lampartheim; Walter, Johann, Dipl.-Ing., 6700 Ludwigshafen

㉕

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften.

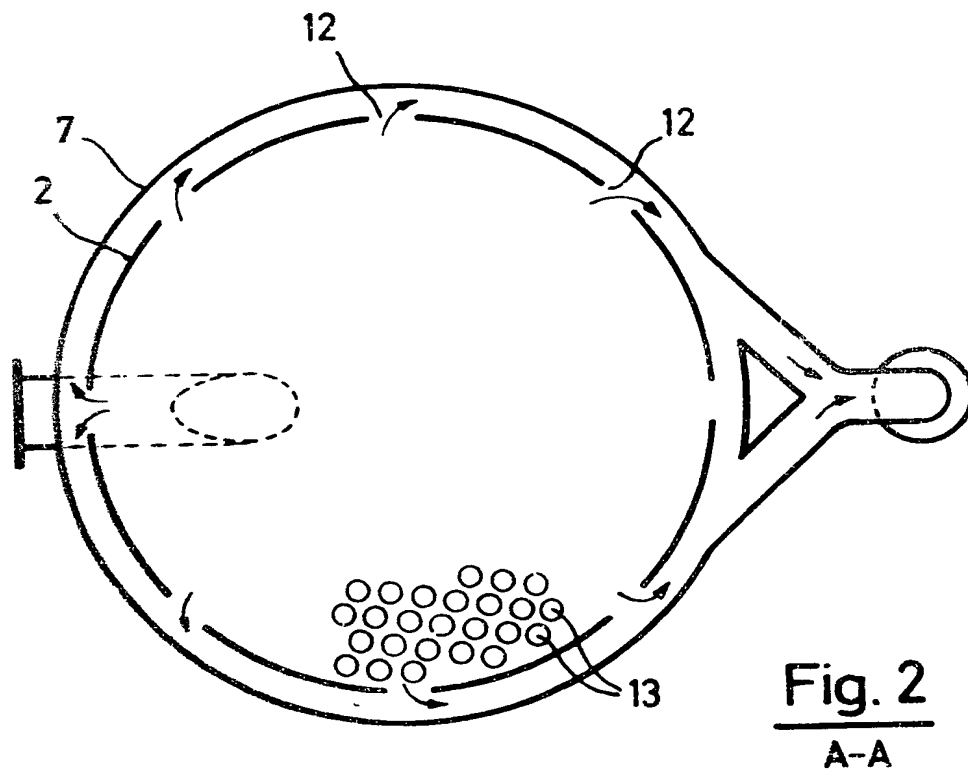
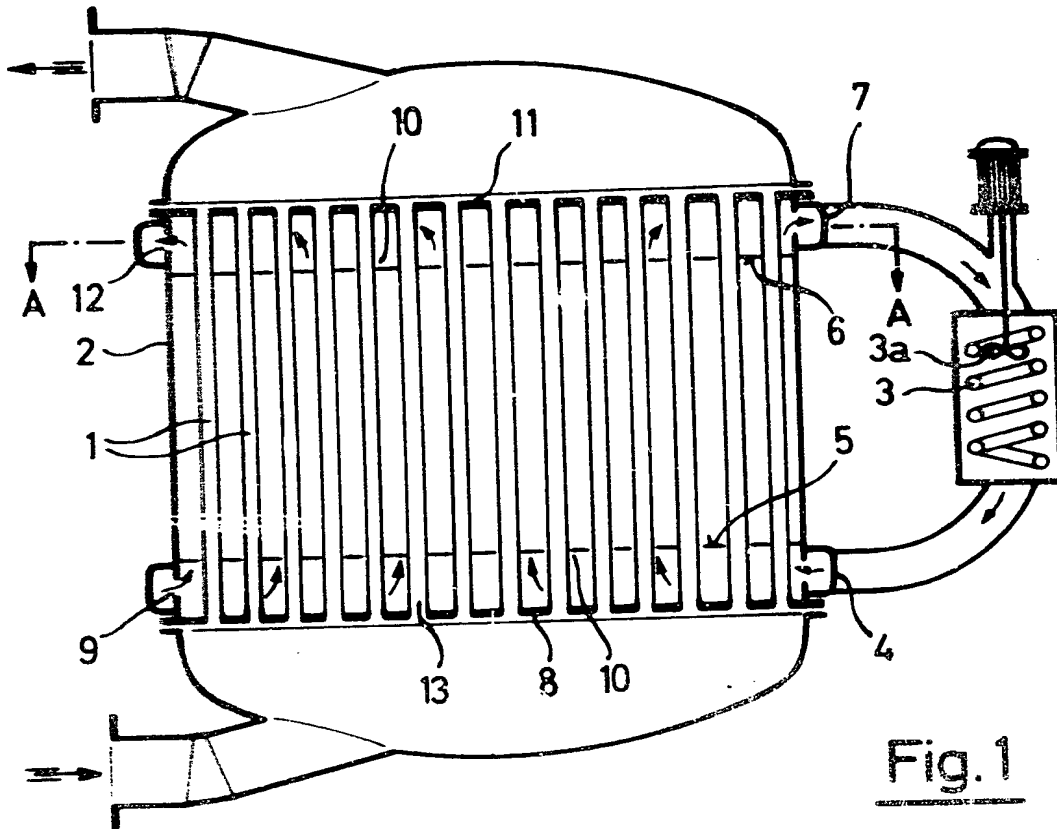
DT-PS 10 64 922

DT-AS 11 85 590

DT-GM 17 59 835

GB 7 56 214

GB 1 17 070



Patentansprüche:

1. Rohrbündelreaktor mit quer zur Rohrachse liegenden Leitblechen zur Ausführung von endo- und exothermen Reaktionen mit Zwangsumwälzung des die Rohre umspülenden Wärmeübertragungsmittels und einer außerhalb des Reaktors angeordneten Fördereinrichtung für das Wärmeübertragungsmittel, mit je einer den Reaktormantel umgebenden Ringleitung innerhalb des durch den Rohrbodenabstand bestimmten axialen Bereichs für die Zu- und Abführung des von der Fördereinrichtung herangeführten Wärmeübertragungsmittels sowie mit aus den Ringleitungen in den Reaktor hineinführenden, auf seinen Umfang verteilten Öffnungen, deren Öffnungsquerschnitte nach dem jeweiligen Druckverlust bemessen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitbleche (5, 6) den gesamten vom Reaktormantel (2) umhüllten Querschnitt einnehmen und Durchbrechungen (10) aufweisen, die einzelne oder gruppenweise nebeneinanderliegende Rohre des Bündels (13) allseitig umgeben.

2. Rohrbündelreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrechungen (10) in den Leitblechen (5, 6) so bemessen sind, daß die Summe der Druckverluste aus der Querströmung und der Spaltströmung für alle Stromfäden gleich ist.

3. Rohrbündelreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Leitbleche (5, 6) vom jeweils benachbarten Rohrboden (8, 11) in radialer Richtung unterschiedlich bemessen ist.

4. Rohrbündelreaktor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitbleche (5, 6) kegelförmig ausgebildet sind.

5. Rohrbündelreaktor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitbleche (5, 6) kalottenförmig ausgebildet sind.

6. Rohrbündelreaktor nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß über die Rohrbündellänge hinweg zwischen kegelförmige bzw. kalottenförmig verformten Leitblechen (5, 6) zusätzliche ebene Leitbleche angeordnet sind.

7. Rohrbündelreaktor nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche der Durchbrechungen (10) in den Leitblechen (5, 6) von außen nach innen zunimmt.

8. Rohrbündelreaktor nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß außenliegende Einzelrohre (13) des Rohrbündels von einzelnen kreisringförmigen Durchbrechungen (10) umgeben sind, während im Rohrbündel weiter innen liegende Einzelrohre gruppenweise von einer mehreren Einzelrohre umfassenden Durchbrechung von bemessenem Querschnitt umgeben sind.

9. Rohrbündelreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrleitung des Rohrbündels (1) außen kleiner ist als in der Rohrbündelmitte.

Aus der DT-PS 11 85 590 ist bereits ein Röhrenreaktor bekannt, bei dem ein gasförmiges Wärmeübertragungsmittel über eine obere Ringleitung dem die Rohre zwischen den beiden Rohrböden umgebenden Raum zugeführt und über eine entsprechende untere Ringleitung wieder abgeführt wird. Aus der oberen Ringleitung

tritt das von außen herangeführte Heizgas durch in Strömungsrichtung mit zunehmender Größe ausgeführte schlitzförmige Öffnungen in den die Rohre umgebenden Raum ein, wobei der zentrale Raum des Reaktors von Rohren freigehalten ist. In diesem Reaktor sind über die Rohrbündellänge hinweg senkrecht zur Reaktorachse mehrere vielfach gelochte Schikanebleche angeordnet, deren abwechselnd entweder zentral gelegene kreisrunde oder als Kreisabschnitt gestaltete Flächen mit 45 bis 60% der vom Reaktormantel her bestimmten Querschnittsfläche bemessen sind. Die Rohre dieses Reaktors werden folglich vom Wärmeübertragungsmittel im wesentlichen im Querstrom bespült, wie es z. B. von Rohrbündelwärmetauschern bekannt ist. — Gleichmäßige Temperaturprofile für sämtliche Rohre über ihre Länge hinweg sind bei einer derartigen Anströmung nicht zu erzielen und bei vorgegebenen maximalen Außenabmessungen bleiben wesentliche Teile des vom Reaktormantel eingehüllten Volumens für Reaktionszwecke ungenutzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Rohrbündelreaktor für endo- und exotherme Reaktionen bereitzustellen, der bei vorgegebenen Außenabmessungen eine wesentlich gesteigerte Leistung pro Reaktorvolumen erreicht, ohne damit einen Verlust an Produktqualität oder Ausbeute zuzulassen. Zu diesem Zweck ist die weitere Aufgabe gestellt, innerhalb des Reaktors sowohl senkrecht zur Reaktorachse als auch längs jedes einzelnen Rohres kontrollierbare und gleichmäßige Temperaturprofile zu erreichen, wobei der Temperaturunterschied des eingesetzten Wärmeträgers zwischen der Eintritts- und der Austrittsstelle aus dem Reaktor möglichst klein sein soll.

Hierzu wird ausgegangen von einem Rohrbündelreaktor bekannter Art mit quer zur Rohrachse liegenden Leitblechen und einer außerhalb des Reaktors angeordneten Fördereinrichtung für das Wärmeübertragungsmittel sowie mit je einer den Reaktor umgebenden Ringleitung innerhalb des durch den Rohrbodenabstand bestimmten axialen Bereiches für die Zu- und Abführung des von der Fördereinrichtung herangeführten Wärmeübertragungsmittels sowie mit aus den Ringleitungen in den Reaktor hineinführenden, auf seinen Umfang verteilten Öffnungen, deren Öffnungsquerschnitte nach dem jeweiligen Druckverlust bemessen sind.

An einem derartigen Reaktor wird die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Leitbleche den gesamten, vom Reaktormantel umhüllten Querschnitt einnehmen und Durchbrechungen aufweisen, die einzelne oder gruppenweise nebeneinander liegende Rohre des Bündels allseitig umgeben. Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, daß die Durchbrechungen in den Leitblechen so bemessen sind, daß die Summe der Druckverluste aus der Querströmung und der Spaltströmung für alle Stromfäden gleich ist.

Es ist zwar aus der DT-PS 10 64 922 bereits ein Reaktor bekannt, der Leitbleche bzw. Verteilermatten zwischen den Rohrböden aufweist, in die bemessene Durchbrechungen eingearbeitet sind, die einzelne Rohre des Bündels ringförmig umgeben. Indes ist dieser Reaktor mit einer zentralen Anordnung der Umwälzpumpe und eines Wärmetauschers im Innern eines Leitrohrs gestaltet. — Diese konstruktive Gestaltung führt dazu, daß der Druckverlust des Wärmeträgers im Innern des Reaktors am größten ist und nach außen hin abfällt. Wegen dieses hohen Druckverlustes ist es auch

nicht möglich, die Leitbleche bzw. Verteilerplatten bis zum Mantel des Reaktors auszudehnen, so daß außen ein beträchtlicher freier Raum verbleibt, der eine im Sinne gleichmäßiger Temperaturprofile gewünschte Strömung nicht auftreten läßt.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen.

Gemäß Fig. 1 und dem entsprechenden Querschnitt in Fig. 2 nimmt das Bündel 1 der mit Katalysator gefüllten Rohre annähernd den ganzen vom Mantel 2 des Wärmetauschers umschlossenen Raum ein. Der Kühler 3 für das Wärmeübertragungsmittel mit Fördereinrichtung 3a ist außerhalb des Wärmetauschers angeordnet. Das Wärmeübertragungsmittel wird vom Kühler 3 durch eine außerhalb des Wärmetauschermantels 2 angeordnete Ringleitung 4 über den gesamten Mantelumfang hinweg durch Öffnungen 9 gleichmäßig radial in den das Rohrbündel 1 umgebenden Raum gedrückt. Ein nahe dem unteren Rohrboden 8 eingebautes Leitblech 5, das den gesamten vom Mantel 2 umhüllten Querschnitt einnimmt, enthält eine Vielzahl von Durchbrechungen 10, die so bemessen sind, daß das Wärmeübertragungsmittel mit einer Geschwindigkeit, die über den ganzen Querschnitt des Rohrbündels gleich ist, längs des Rohrbündels 1 bis zum oberen Leitblech 6 strömt. Nach Passieren der Durchbrechungen des Leitbleches 6 tritt das Wärmeübertragungsmittel durch die Öffnungen 12 im Mantel 2 in die obere Ringleitung 7 ein und wird von dort zum Kühler 3 zurückgeführt.

Die Öffnungen 9 im Mantel 2 in der Höhe der Ringleitung 4 sind so zu bemessen, daß die Summe des Druckverlustes aus der Strömung in der Ringleitung und dem Durchtritt durch die Öffnungen für alle Stromfäden konstant ist. Es wird dadurch das Wärmeübertragungsmittel auf den ganzen Umfang des Mantels 2 gleichmäßig verteilt und sein gleichmäßiger radialer Eintritt in das Rohrbündel gewährleistet. Für den Austritt des Wärmeübertragungsmittels durch die oberen Öffnungen 12 des Mantels 2 in die Ringleitung 7 gilt diese vom meßbaren Druckverlust abgeleitete Querschnittsbemessung in gleicher Weise. — Die Zuführung des Wärmeübertragungsmittels durch die außerhalb des Mantels 2 angeordneten Ringleitungen 4 und 7 ist auch insofern besonders günstig, als dann den jeweils größten Strömungsmengen des Wärmeübertragungsmittels die größten Durchtrittsquerschnitte zwischen den Leitblechen 5 bzw. 6 und den Rohrböden 8 bzw. 14 zur Verfügung stehen.

Die Durchbrechungen 10 in den Leitblechen 5 und 6 sind so zu bemessen, daß die Summe der Druckverluste aus der Querströmung und der Spaltströmung für alle Stromfäden konstant, d. h. gleich ist. Es strömen dann zwischen den Leitblechen 5 und 6 durch gleiche Flächen des Rohrbündelquerschnitts gleiche Mengen des Wärmeübertragungsmittels. Werden ebene Leitbleche 5 bzw. 6 verwendet, so erhält man für jeden Stromfaden

den gleichen Druckverlust aus der Querströmung von außen nach innen und der Strömung durch die Durchbrechung 10, wenn man die Einzelflächen der Durchbrechungen im errechneten Maße von außen nach innen größer werdend ausführt.

Es kann andererseits auch der Abstand des Leitbleches 5 vom benachbarten Rohrboden 8 in radialer Richtung so bemessen sein, daß der Druckverlust der zwischen diesen Elementen gegebenen Querströmung durch das Rohrbündel von außen nach innen bis zu den Durchbrechungen 10 für jeden Stromfaden konstant ist. Daraus folgt, daß dieser Abstand in radialer Richtung gegebenenfalls unterschiedlich zu bemessen ist. Häufig wird hierbei außen ein größerer Abstand als im zentralen Bereich des Rohrbündels 1 erforderlich sein.

— Das gleiche Ergebnis erhält man, wenn man die Rohrteilung von außen nach innen zunehmen läßt. Es ist also in dieser Ausführungsform die Rohrteilung außen kleiner als in der Rohrbündelmitte. Durch die Bemessung des Abstandes lassen sich die Durchbrechungen 10 im Leitblech 5 an jeder Stelle des Rohrbündelquerschnitts gleich groß ausführen, wobei die Strömung des Wärmeübertragungsmittels längs der Rohre 13 an jeder Stelle wiederum gleich ist. Für den Austritt des Wärmeübertragungsmittels durch die Durchbrechungen 10 des oberen Leitbleches 6 gilt dann diese Vorschrift für den Abstand zwischen Leitblech und dem oberen Rohrboden 11 sinngemäß.

Zur praktischen Ausführung eines unterschiedlich bemessenen Abstandes zwischen den Leitblechen 5 bzw. 6 und den Rohrböden 8 bzw. 11 verformt man die Leitbleche entweder kegelförmig oder kalottenförmig. — Zwischen den verformten Leitblechen 5 bzw. 6 können über die Rohrlänge hinweg zusätzlich ebene Leitbleche mit entsprechenden Durchbrechungen 10 in den Wärmetauscher eingebaut sein, um die gewünschte axiale Strömung gegebenenfalls nochmals zu beeinflussen.

In den Fig. 3 und 4 sind zweckmäßige Formen der Durchbrechungen in den Leitblechen 5 und 6 wiedergegeben. Diese Durchbrechungen 10 werden vorzugsweise so ausgeführt, daß um die einzelnen Rohre 13 des Rohrbündels 1 Ringspalte entstehen. Die Größe der Ringspaltfläche wird je nach Lage des Rohres im Gesamtquerschnitt des Rohrbündels so bemessen, daß der an dieser Stelle erforderliche Druckverlust erreicht wird.

Erfordert die Strömung des Wärmeübertragungsmittels Durchbrechungen 10 von solcher Größe, daß entweder die zwischen den einzelnen Ringspalten verbleibenden Werkstoffstege für die Festigkeit der Leitbleche nicht mehr ausreichen oder die erforderliche Durchbrechungsfläche durch Ringspalte um Einzelrohre nicht mehr erreicht werden kann, so wird die Durchbrechung so ausgeführt, daß sie gruppenweise zwei oder mehrere nebeneinanderliegende Einzelrohre allseitig umgibt.

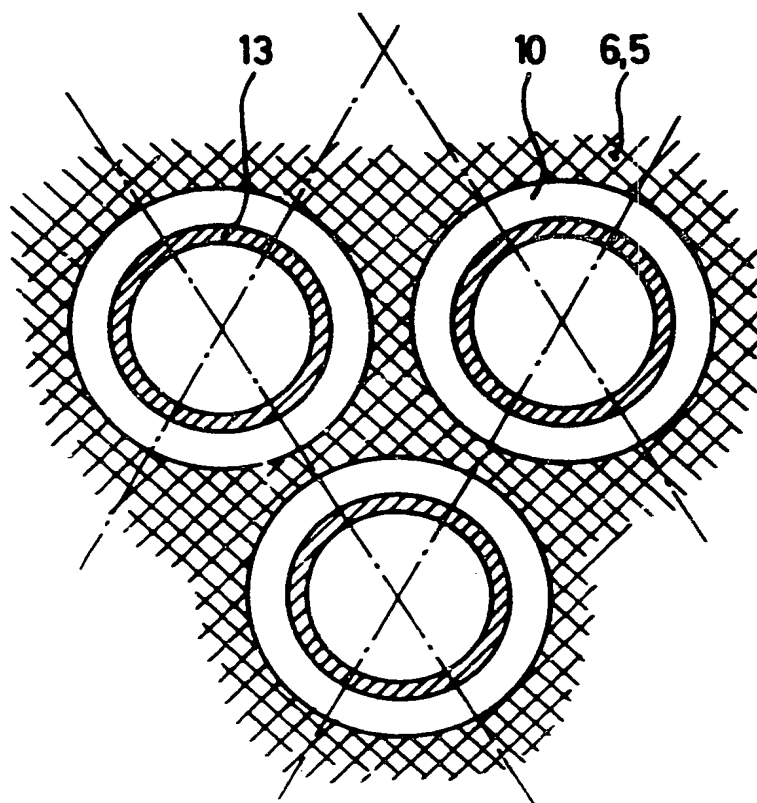


Fig. 3

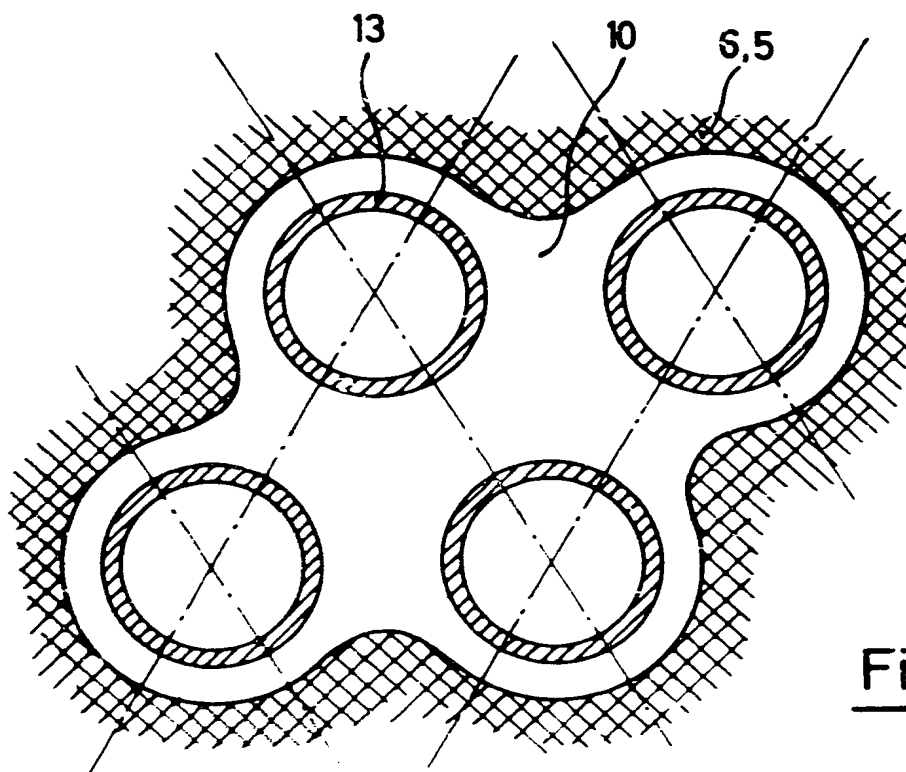


Fig. 4